

研究報告

北上産黒大豆「黒千石」の調理特性に関する研究（第 1 報）
— 水煮豆への利用 —Cooking Properties of Black Soybean Named *Kurosengoku*, Produced in Kitakami District I
— Application to cooked soybeans —長坂慶子*1, 笹田怜子*1, 川崎雅志*1, 千葉啓子*1, 中塚晴夫*2, 猿渡英之*3, 渡辺孝男*4
Keiko NAGASAKA, Reiko SASADA, Masashi KAWASAKI, Keiko CHIBA,
Haruo NAKATSUKA, Hideyuki SAWATARI and Takao WATANABE**Keywords:** *Kurosengoku, Cooking Properties, Sensory Evaluation*
黒千石, 調理特性, 官能評価

1. はじめに

黒千石は黒大豆の 1 品種で、小粒で子葉が緑色という特徴がある。この品種は 1941 年以前に北海道内より収集されたが、播種から熟成までの積算温度が高いため他の大豆と比べて栽培日数が 1 ヶ月以上かかること、倒伏などが多いことなど栽培に手がかかるため、1970 年代以降は途絶え、一部では幻の黒大豆といわれていた。その後、北海道内に住む農業研究家が収集していた 50 粒から 28 粒を発芽させ 2 年かけて種子を増やした。その後一旦、気象条件が似ている岩手県北上に移して栽培し、十分に生産できる数になるまで増やし、2005 年に故郷の北海道に戻り栽培が再開された。北海道北竜町の黒千石事業協同組合では 360 トン（2008 年出来高）生産しているが、黄大豆に比べて圧倒的に生産量が少なく一般市場への流通は限られている。黒千石は一般的な国産黄大豆に比べ、脂質や食物繊維が多く、アントシアニン、プロアントシアニンを主な構成要素とするポリフェノール類の含量が小豆の約 2 倍含まれるなど栄養的価値が高い¹⁾ こと、さらに黒千石にだけリンパ球を刺激して癌への免疫力を高めるインターフェロン γ を誘発する物質が存在する²⁾ ことが明らかになり、健康志向とあいまって注目されている。北海道では納豆・味噌・醤油・豆腐およびその加工品など伝統的な食品以外に製菓・製パン材料など³⁾ にも積極的に利用されている。

岩手県では県南部（北上）を中心に 1998 年頃に実需関係者により本格的に導入され、県内に 435 ヘクタール（2006 年）作付けされている⁴⁾。北上では現在 17 戸の農家が組合を設立し、県外大手納豆業者との契約栽培をおこなっている。しかし、気象条件によって収量や品質（主に形状）にばらつきが生じ、買い上げられない年もある。納豆用原料大豆として規格外となった黒大豆をど

のように利用していくかが課題となっている。

本研究では、黒千石の利用拡大を図るために、粒状と粉状の 2 形態での利用を考え、本年度は粒状での利用を検討することとした。大豆の粒状での利用例として、黄大豆を水煮豆や蒸し豆にして缶詰や真空包装した商品が、汁物やスープ、煮物、炒め物、サラダなどの料理に、下調理にかかる手間が省けて使い勝手が良いとして利用されている。この事例を参考に黒千石で水煮豆を調製することとした。一般に黒大豆を煮豆に調理する時には、豆の軟化促進のために食塩や重曹を添加した水に浸漬してから煮る⁵⁾、調味砂糖を浸漬時より添加する⁶⁾、種皮を鮮やかな黒色に仕上げるために古釘や鉄鍋を利用して鉄イオンと種皮のアントシアニン色素に錯塩を作らせる⁷⁾、軟化促進と加熱時間短縮のために熱湯に浸漬する⁸⁾、圧力鍋を用いる⁹⁾ など様々な調理方法がある。黒千石の調理方法に関する研究報告はなく、黒千石本来の基本的な調理特性が明らかにされてはいない。そこで、水煮豆の調製には、蒸留水のみで調理し調製することとした。同時に県内で生産されている黒大豆と比較検討を行い、若干の結果を得たので報告する。

2. 実験方法

試料には平成 24 年度収穫の黒千石（北上市産・北上南部大豆生産組合）、光黒（軽米町産・（有）高常商店）、黒平（岩手県産・（株）富澤商店）、丹波黒（遠野市産・（株）道の奥ファーム）の 4 種を用いた。

試料の形状は豆の長径、短径、厚さをノギスで用いて測定し、35 粒の平均値とした。重量は 10 粒当たりの重量を 5 回測定し平均値を求め、1 粒当たりの重量を算出した。体積は菜種法¹⁰⁾を用い、光黒、黒平、丹波黒は 10 粒の平均値、黒千石は 5 粒当たりの体積を 10 回測定し平均値

*1 生活科学科食物栄養学専攻 *2 宮城大学 *3 宮城教育大学 *4 東北文教大学

を求め、1粒当たりの体積を算出した。吸水率¹¹⁾は乾燥豆10gを洗浄後、乾燥時重量の10倍量の20℃の蒸留水中に浸漬し、経時的（0～30時間）に浸漬後の重量（ W_1 ）を測定し、乾燥豆重量（ W_0 ）に対する重量増加分（ $W_1 - W_0$ ）の割合として吸水率を次式により算出した。

$$\text{吸水率 (\%)} = (W_1 - W_0) / W_0 \times 100$$

吸水率は3回測定を行い、その平均値とした。

水煮豆は真空保温調理器（シャトルシェフ KBF-1600・サーモス社製）の内鍋に洗浄した試料100gと乾燥時重量の10倍量の20℃の蒸留水を入れ、20℃で24時間浸漬して戻しを行った。鍋をハロゲンコンロで沸騰するまで強火（1,300W）で加熱し、沸騰後アクを取り除き、微沸騰が続く弱火（700W）で20分間加熱した。鍋ごと真空保温調理器に入れて20℃で2時間おいた。再び鍋を沸騰するまで強火（1,300W）で加熱し、沸騰したらアクを取り除き、微沸騰が続く弱火（700W）で10分間加熱した。鍋を真空保温調理器に入れて20℃で18時間置いた¹²⁾。試料をザルにあげてラップで覆い20℃で1時間おいて水気を切り、これを水煮豆とした。水煮豆は各試料を3回ずつ調製した。

水煮豆の種皮の色調は、シャーレに試料を隙間が無い様に詰め、色差計（SZ-S90 日本電色工業製）を用いて、 L 値、 a 値、 b 値を測定した。測定は水煮豆を調製する度に行い、3回の平均値とした。水煮豆の硬さの測定には、フドーレオメーター（レオテック社製）を用いた。測定条件¹³⁾は、プランジャーは30mmφのディスク型、圧縮速度は1mm/sec、圧縮率は個々の試料の厚さの50%とした。測定は水煮豆を調製する度に10粒ずつ行い、3回（30粒）の平均値とした。

官能評価は評点法¹⁴⁾を用いて、パネルは食物栄養学専攻2年生20名（19～20歳の女子）で行った。評価は光黒

を基準（評価値0）として黒千石、丹波黒、黒平のそれぞれについて、食べた時の硬さ、噛んだ時の割れやすさ、食べた時のねっとり感、口の中に残る甘味について－3～＋3までの7段階で評価した。黒千石は他の試料に比べて小さく評価しにくかったため、3粒を同時に口に入れて評価した。

統計解析にはExcel 統計 2012を用い、一元配置分散分析 Tukey-Kramer の多重比較を行い、試料間の有意差を判定した。

3. 結果と考察

3.1 乾燥豆の形状

試料豆については、戻し前の豆を乾燥豆、20℃の蒸留水で24時間浸漬し戻した豆を浸漬豆、加熱調理後の豆を水煮豆として記述する。図1に試料として用いた乾燥豆の全体像を示した。



図1. 乾燥豆の全体像

（左から黒千石・光黒・丹波黒・黒平）

乾燥豆の形状（長径、短径、厚さ）、重量、体積を表1（上段）に示した。乾燥豆の形状は、黒千石は小粒の球形、光黒は中粒の球形、丹波黒は大粒の偏球形、黒平は表面にしわのある大粒の平楕円形である。

3.2 吸水特性

大豆は水に浸漬してから加熱調理する⁵⁾。黒千石を煮豆

表1. 各試料の形状、重量、体積

	測定項目	黒千石	光黒	丹波黒	黒平
乾燥豆	長径(mm)	6.15±0.26	8.40±0.33	10.75±0.65	14.14±0.83
	短径(mm)	5.86±0.28	8.35±0.35	10.00±0.48	9.46±0.42
	厚さ(mm)	5.44±0.26	6.81±0.51	8.40±0.49	5.81±0.41
	重量(g)	0.12±0.01	0.30±0.01	0.56±0.03	0.45±0.02
	体積(cm ³)	0.18±0.01	0.46±0.01	0.86±0.05	0.70±0.03
浸漬豆	長径(mm)	9.80±1.10	13.67±0.76	18.49±0.95	21.77±1.81
	短径(mm)	6.84±0.95	9.83±0.47	12.19±0.76	12.30±0.62
	厚さ(mm)	5.50±0.44	7.75±0.67	9.70±0.98	6.50±0.44
	重量(g)	0.26±0.02	0.65±0.03	1.31±0.05	0.96±0.02
	体積(cm ³)	0.31±0.10	0.97±0.24	3.19±0.45	2.06±0.55
水煮豆	長径(mm)	10.76±0.06	17.31±0.93	18.27±1.06	20.47±1.36
	短径(mm)	6.97±0.38	11.74±0.67	11.96±0.67	11.93±0.54
	厚さ(mm)	6.29±0.35	8.93±0.54	9.79±0.88	6.01±0.37
	重量(g)	0.30±0.01	1.11±0.05	1.39±0.10	1.05±0.03
	体積(cm ³)	0.70±0.08	1.00±0.14	3.55±0.91	2.23±0.49

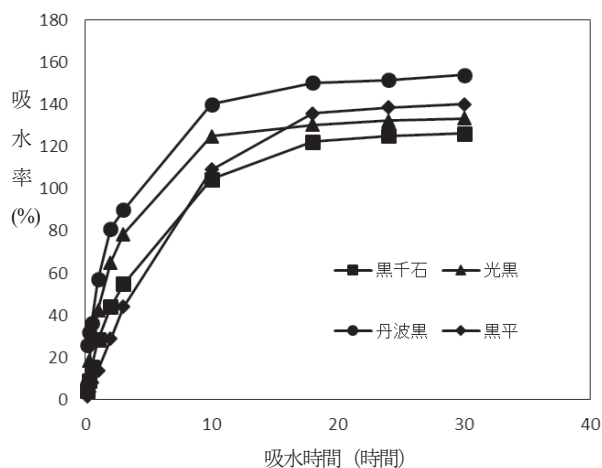


図 2. 吸水率の経時変化

に調理する時の浸漬時間に関する報告は見あたらない。そのため吸水率を測定し、吸水特性について検討した。

図 2 に 20℃の蒸留水中で 0～30 時間まで浸漬した時の吸水率を示した。浸漬 30 時間後では黒千石は 126%、光黒は 133%、丹波黒は 154%、黒平は 140%であった。試料の中では黒千石の吸水率が最も低かった。

光黒と丹波黒の吸水率は浸漬 10 時間後まではほぼ直線的に増加し、それ以後は緩慢になり、浸漬 18 時間後にはほぼ平衡状態に達した。黒千石と黒平は浸漬 10 時間後まではほぼ直線的に増加し、それ以後は緩慢になり、浸漬 24 時間後にはほぼ平衡状態に達した。黒平の吸水率は浸漬 18 時間以降で光黒よりも高くなった。

以上の結果より、試料によって吸水率は異なり吸水性に違いがあることがわかった。大豆は十分吸水した状態で最初の重量の 100～120%の水を吸う⁵⁾とされているが、

黒千石の吸水率が 100%以上になるには 10 時間以上の浸漬が必要である。本研究では全試料の吸水が平衡状態に達する浸漬 24 時間後を浸漬時間とした。

3.3 浸漬豆と水煮豆の形状

浸漬豆と水煮豆の形状（長径、短径、厚さ）、重量、体積を表 1（中段・下段）に示した。

乾燥豆の重量を 1 とした場合の重量の変化を図 3（A）に示した。黒千石では浸漬後は 2.17 倍になり水煮後は 2.50 倍になった。光黒は浸漬後 2.17 倍、水煮後 3.70 倍、丹波黒は浸漬後 2.34 倍、水煮後 2.48 倍、黒平は浸漬後 2.13 倍、水煮後に 2.33 倍になった。いずれの試料も、浸漬後の重量の増加は 2.2 倍前後であったが、水煮後は約 2.3～3.7 倍になり試料により違いがみられた。なかでも光黒は水煮後の重量の増加が大きい傾向にあった。

乾燥豆の体積を 1 とした場合の体積の変化を図 3（B）に示した。黒千石では浸漬後は 1.72 倍になり水煮後は 3.89 倍になった。光黒は浸漬後 2.10 倍、水煮後 2.17 倍、丹波黒は浸漬後 3.71 倍、水煮後 4.13 倍、黒平は浸漬後 2.94 倍、水煮後に 3.19 倍になった。浸漬後の体積増加は 1.7～3.72 倍、水煮後は 2.2～4.1 倍となり試料により違いがあることがわかった。光黒、丹波黒、黒平は浸漬後から水煮後の体積の増加率の差は 0.5 倍以下で、浸漬後と水煮後の体積の変化は小さかった。黒千石は浸漬後から水煮後の体積の増加率の差は約 2 倍になり、変化が大きい傾向が見られた。

以上の結果から、黒千石は加熱という調理操作を加えなければ膨張しないことがわかった。黒千石が他の試料のように水に浸漬するだけでは膨張しにくい原因については今後さらに検討したい。

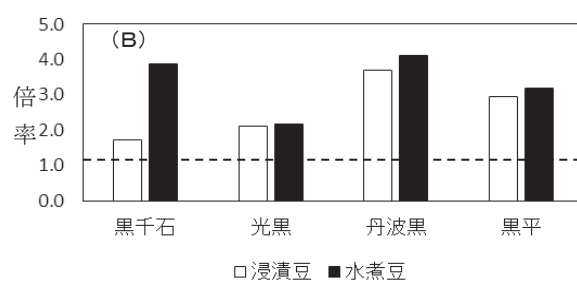
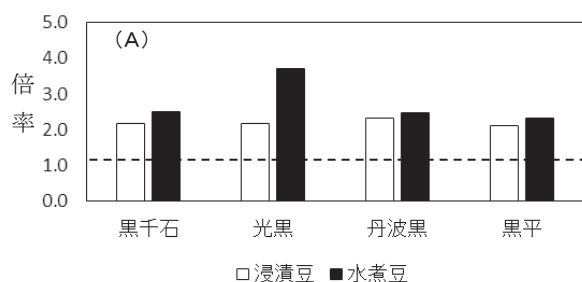


図 3. 浸漬豆と水煮豆の重量および体積（乾燥豆との比較）

(A : 重量 B : 体積)

表 2. 水煮豆の種皮の色調

測定項目	黒千石	光黒	丹波黒	黒平
L 値	17.50±0.72	14.83±0.64	14.24±1.46	17.64±0.56
a 値	3.06±0.20	2.83±0.33	2.57±0.63	2.97±0.54
b 値	2.74±0.19	1.85±0.40	1.00±0.63	2.11±0.52

3.4 水煮豆の表皮の色調

水煮豆の種皮（表皮）の L 値（明度）、 a 値（赤度）、 b 値（黄度）を表 2 に示した。いずれの試料も水煮後は種皮から色素（アントシアニン）¹⁵⁾ が煮汁に溶出していた。光黒と丹波黒の種皮は黒色からやや灰色がかった黒色になり、黒千石と黒平の種皮は黒色から茶褐色に変化した。黒千石と黒平の L 値、 a 値、 b 値は光黒と丹波黒の値に比べてわずかに高い傾向にあった。

3.5 水煮豆の硬さ

水煮豆の硬さを図 4 に示した。黒千石の硬さは $11.97 (\times 10^4 \text{ N/m}^2)$ 、光黒は $9.84 (\times 10^4 \text{ N/m}^2)$ 、丹波黒は $8.46 (\times 10^4 \text{ N/m}^2)$ 、黒平は $13.92 (\times 10^4 \text{ N/m}^2)$ であった。

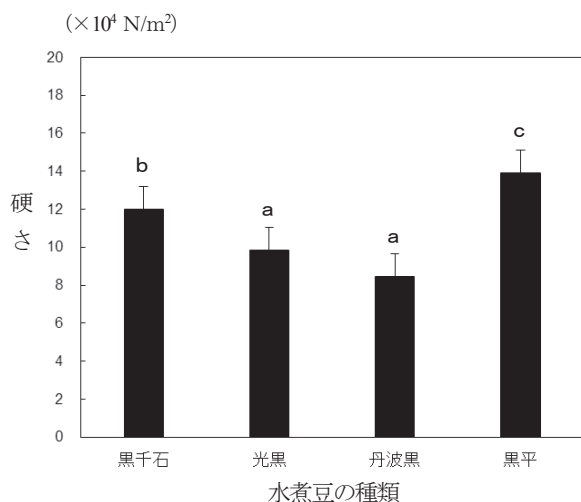


図 4. 水煮豆の硬さ

（図中の同じ文字は有意差が無いことを示す）

光黒の硬さを 1 とした場合、黒千石は 1.22 倍になり、丹波黒は 0.86 倍、黒平は 1.41 倍になった。水煮豆の中で最も値が高く硬かったのは黒平で、黒千石、光黒、丹波黒に比べて有意な差が認められた ($p < 0.01$)。最も値が低く軟らかかったのは丹波黒で、光黒との間には有意な差は認められなかったが、黒千石、黒平との間には有意な差が認められた ($p < 0.01$)。黒千石は光黒と丹波黒に比べて硬い豆であったが、黒平よりは軟らかい豆であることがわかった。廣田ら¹⁶⁾ は丹波黒の浸漬後重量増加比と煮豆の破断特性値との間には高い負の相関があり、浸漬後の重量増加にともない軟化したことを報告している。本研究の場合には水煮豆の硬さと重量増加比の間に相関は認められなかった。また、水煮豆の硬さと体積の間にも相関は認められなかった。

3.6 水煮豆の官能評価

水煮豆の官能評価の結果を図 5 に示した。官能評価は光黒を基準（評価値 0）として、黒千石、丹波黒、黒平の水煮豆について、食べた時の硬さ、噛んだ時の割れやすさ、食べた時のねっとり感、口の中に残る甘味の 4 項目

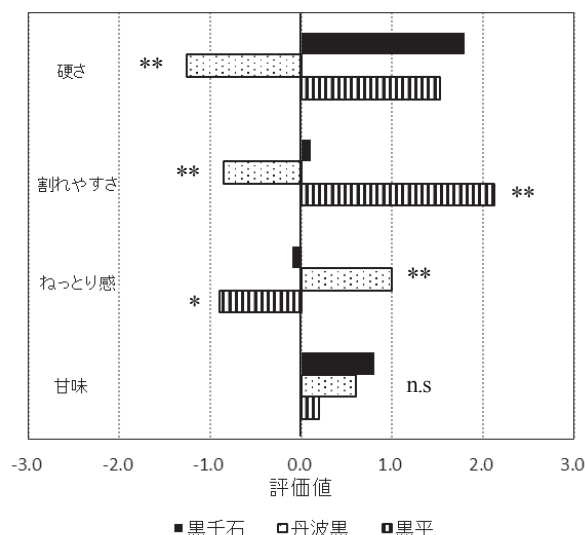


図 5. 水煮豆の官能評価値

(** : $P < 0.01$ * : $P < 0.05$)

について評価した。

食べた時の硬さの評価では、黒千石は +1.8、丹波黒は -1.3、黒平は +1.5 であった。丹波黒は黒千石、黒平に比べて有意 ($p < 0.01$) に軟らかいと評価された。黒千石と黒平は硬いと評価されたが両者間に有意な差は認められなかった。噛んだ時の割れやすさの評価では黒千石は +0.1、丹波黒は -0.9、黒平は +2.1 であった。黒平は丹波黒に比べて有意 ($p < 0.01$) に割れやすいと評価され、丹波黒は割れにくい ($p < 0.01$) と評価された。黒千石は基準とした光黒とほとんど変わらない評価であった。食べた時のねっとり感の評価では黒千石は -0.1、丹波黒は +1.0、黒平は -0.9 であった。丹波黒は黒千石や黒平に比べて有意 ($p < 0.01$) にねっとり感があると評価され、黒平はねっとり感が無い ($p < 0.05$) と評価された。黒千石は基準とした光黒とほとんど変わらない評価であった。口の中に残る甘味の評価で黒千石は +0.8、丹波黒は +0.6、黒平は +0.2 であった。試料間に有意な差は認められなかったが、3 試料の中では基準の光黒に比べて黒千石は甘いと評価される傾向にあった。

以上の結果から、黒千石は硬くて割れにくく、わずかに甘味のある水煮豆、丹波黒は軟らかいが割れにくいねっとりした感じの水煮豆、黒平は硬いが割れやすく、ねっとり感の無い水煮豆になることがわかった。

官能評価の食べた時の硬さは、機器測定による硬さの結果とほぼ同様の傾向を示し、光黒よりも硬さの値が高かった黒千石と黒平は食べた時にも硬く、光黒より硬さの数値が低かった丹波黒は食べた時にも軟らかいと評価された。

これまで述べてきたように、黒千石は光黒、丹波黒、黒平に比べて浸漬による吸水率は少なく 24 時間以上の

浸漬時間を要する。水煮することにより種皮の黒色が溶出して茶褐色になり、光黒や丹波黒などの黒大豆よりはやや硬い水煮豆になることがあきらかになった。

丹波黒や光黒などの黒大豆は加熱により軟らかくなるが、裂皮が生じ煮崩れたりすることがある。一方、黒千石は加熱してもあまり軟らかくはないが裂皮は少なく煮崩れしにくい。そのため高圧の蒸煮¹⁷⁾に耐えうる納豆用原料として利用されているともいえる。黒千石の利用範囲の拡大のために、種皮の黒色を保ちつつ軟らかく煮るための適切な調理方法を今後検討したい。

4. まとめ

黒千石の利用範囲拡大を図るために、粒状で調理に最も利用しやすいと考えられる水煮豆の調製を試みた。他の県内産黒大豆と比較しながら、黒千石の調理特性について検討し、若干の結果を得た。

1. 吸水特性では、浸漬 24 時間後の吸水率は丹波黒＞黒平＞光黒＞黒千石の順に高くなり、黒千石は水温 20℃では吸水しにくい豆であることがわかった。
2. 水煮により重量は光黒＞黒千石＞丹波黒＞黒平の順に増加し、体積は丹波黒＞黒千石＞黒平＞光黒の順に増加した。黒千石は加熱操作を加えることによる体積の増加が顕著であった。
3. いずれの黒大豆も水煮すると種皮から色素（アントシアニン）の溶出がみられ、黒千石と黒平は種皮が茶褐色になった。
4. 水煮豆の硬さは黒平＞黒千石＞光黒＞丹波黒の順に硬かった。
5. 官能評価では黒千石は硬くて割れにくくわずかに甘味のある水煮豆、丹波黒は軟らかく割れにくいねっとりした感じの水煮豆、黒平は硬いが割れやすい水煮豆であることがわかった。

5. 参考文献 他

- 1) 黒千石事業協同組合：幻の道産黒大豆黒千石
<http://www.kurosengoku.com/inde.html>
- 2) 北海道大学総務企画部広報課：PRESS RELEASE (2011/5/23)
「黒千石」を膨化処理した食材が免疫機能と抗酸化機能に優れていることを遺伝子病制御研究所、西村孝司グループが実証—新商品開発へ
http://www.hokudai.ac.jp/bureau/topics/press_release/110523_pr_igm.pdf
- 3) 例えば下記の店から販売されている商品などがあげられる
きのとや <http://www.kinotoya.com/lineup/gift/kurosengoku.html>
十勝豆工房岡女堂本家 <http://www.okamedou.com/kurosengoku.html>
黒千石黒豆本舗(中村食品産業) <http://kuromameya.net/index.html>
- 4) 岩手県農業研究センター：黒豆の極小粒品種「黒千石」の安定生産をねらうには 研究レポートNo.379 平成 19 年 3 月
- 5) 山崎清子 島田キミエ 渋川祥子 下村道子 市川朝子 杉

- 山久仁子：NEW 調理と理論 同文書院 pp199～202 (2013)
- 6) 明石典子：黒大豆の軟化に及ぼす加熱方法の影響 (1)
福岡女子短期大学紀要 Vol. 38 pp1～9
 - 7) 畑耕一郎 山本泰昭：日本料理入門 鎌倉書房 p72 (1994)
 - 8) 土井勝：日本料理の基礎 日本放送出版協会 p106 (1989)
 - 9) 吉田恵子 小松明美 柳生純代 江面恵子：調理法方の違いによる大豆の性状と嗜好 つくば国際短期大学紀要 Vol. 35 pp51～58
 - 10) 長尾慶子 香西みどり編著：Nブックスシリーズ 調理科学実験 建帛社 p8 (2011)
 - 11) 飯島久美子、奥山綾子、早川和那、藤井義晴、香西みどり：ムクナ属マメの調理性に関する研究（第 1 報）日本調理科学会誌 Vol. 42 No. 2 pp93～101
 - 12) サーモス株式会社：シャトルシェフレシピ集
<http://www.thermos.jp/Recipe/shuttleshell/>
 - 13) 齋藤章：豆と生活 豆の基本的調理方法に関する諸説を検証（その 1）豆類時報 No. 70 pp39～49 2013 年
 - 14) 大羽和子・川端晶子編著：調理学実験 学建書院 pp100～106 (2011)
 - 15) 川端晶子 大羽和子 森高初恵：時代とともに歩む新しい調理学 学建書院 p126 (2012)
 - 16) 廣田智子 吉田晋也 永井耕介：黒ダイズにおける吸水特性及び煮豆の破断特性に及ぼす高温での浸漬処理の影響 日本調理科学会誌 Vol. 46 No. 3 pp179～187
 - 17) (社)農山漁村文化協会編著：地域食材大百科第 10 巻 こうじ、味噌、醤油、納豆、テンペ pp320～330 (社)農山漁村文化協会 (2013)

謝辞

黒千石を御提供いただいた北上南部大豆生産組様に御礼申し上げます。

付記

本研究は平成 24 年度地域協働研究（教員提案型）（課題名：北上産黒大豆「黒千石」の栄養機能性と加工食品への応用に関する研究）の成果の一部である。